

EP 0 456487 A2

DURABLE LOW-EMISSIVITY THIN-FILM INTERFERENCE FILTER**Publication number:** JP4229805 (A)**Publication date:** 1992-08-19**Inventor(s):** JIESHII DEII UORUFU +**Applicant(s):** BOC GROUP INC +**Classification:**

- international: C03C17/36; G02B5/28; (IPC1-7): G02B5/28

- European: C03C17/36; C03C17/36B320; C03C17/36B332; C03C17/36B340; C03C17/36B346; C03C17/36B352L; G02B5/28A1

Application number: JP19910104493 19910509**Priority number(s):** US19900522266 19900510**Also published as:**

EP0456487 (A2)

EP0456487 (A3)

EP0456487 (B1)

NO911799 (A)

KR100250604 (B1)

FI912261 (A)

ES2100209 (T3)

DE69125644 (T2)

CA2041038 (C)

AU7524191 (A)

AU655173 (B2)

AT151888 (T)

<< less

Cited documents:

JP4500184Y (Y)

JP60113203 (A)

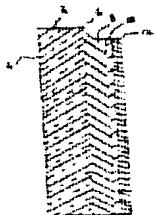
JP61077018 (A)

JP64097533 (A)

JP59042284 (A)

Abstract of JP 4229805 (A)

PURPOSE: To provide an IR reflection interference filter which allows the transmission of a prescribed ratio of visible radiations and reflects the greater part of incident solar radiations. **CONSTITUTION:** The filter in one preferable embodiment consists of a transparent substrate 2, an initially adhered dielectric layer 8, a next adhered metallic reflective layer 10 and a finally adhered outer protective dielectric layer 12. Further, the nuclear formation to facilitate the adhesion, i.e., adhesive layers are adhered to the boundaries between the respective metals and the dielectrics. The interference filter has durability and is changeable in order to impart a wide range of optical and electrical characteristics.

Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-229805

(43)公開日 平成4年(1992)8月19日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 2 B 5/28

識別記号

府内整理番号

7724-2K

F I

技術表示箇所

(21)出願番号 特願平3-104493

(22)出願日 平成3年(1991)5月9日

(31)優先権主張番号 522266

(32)優先日 1990年5月10日

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 591021833

ザ ビーオーシー グループ インコーポ
レイテツド

アメリカ合衆国 ニュージャージー州
07974ニュー プロヴィデンス マーリー

ヒル マウンテン アベニュー 575

(72)発明者 ジエシー デイー ウォルフ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州
94583 サン ラモン パイン ヴァリー
ロード 3003

(74)代理人 弁理士 中村 総 (外7名)

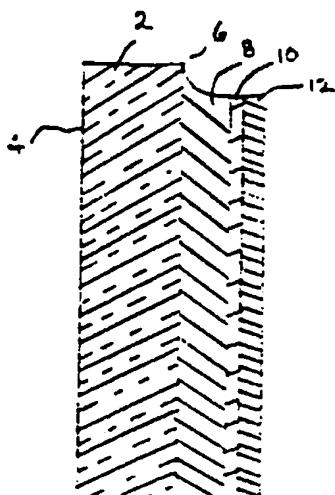
(54)【発明の名称】 耐久性のある低放射率薄膜干渉フィルタ

(57)【要約】

【目的】所望の割合の可視放射線を透過させることができると共に大部分の入射太陽放射線を反射させる赤外線反射干渉フィルタを提供する。

【構成】1つの好ましい実施例では、フィルタは、透明基板と、最初に付着された誘電体層と、次に付着された金属反射性層と、最後に付着された外側の保護誘電体層とから成る。さらに各金属-誘電体の境界面には付着を容易にする核形成、即ち接着層を付着する。

【効果】干渉フィルタは、耐久性があり、広範囲の光学及び電気特性を与えるために変更できる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 薄膜干渉フィルタにおいて、透明基板と、誘電体層と、プリコート層と、光学的反射性金属層と、を有することを特徴とする薄膜干渉フィルタ。

【請求項 2】 薄膜干渉フィルタにおいて、透明基板と、誘電体層と、プリコート層と、光学的反射性金属層と、第2プリコート層と、第2誘電体層と、を有することを特徴とする薄膜干渉フィルタ。

【請求項 3】 請求項2記載の薄膜干渉フィルタにおいて、第3プリコート層と、第2光学的反射性金属層と、第4プリコート層と、第3誘電体層と、をさらに有することを特徴とする薄膜干渉フィルタ。

【請求項 4】 請求項1、2又は3のいずれか1つに記載の薄膜干渉フィルタにおいて、基板がガラスであることを特徴とする薄膜干渉フィルタ。

【請求項 5】 請求項1、2又は3のいずれか1つに記載の薄膜干渉フィルタにおいて、基板がポリマー材料であることを特徴とする薄膜干渉フィルタ。

【請求項 6】 請求項1記載の薄膜干渉フィルタにおいて、前記光学的反射性金属層が銀、金、銅、及びプラチナの群から選択された金属から形成されることを特徴とする薄膜干渉フィルタ。

【請求項 7】 請求項1記載の薄膜干渉フィルタにおいて、前記プリコート層が約1乃至80%のニッケル及び約1乃至20%のクロムから形成されることを特徴とする薄膜干渉フィルタ。

【請求項 8】 請求項1記載の薄膜干渉フィルタにおいて、前記プリコート層がニッケル、クロム、ロジウム及びプラチナの群から成る群から選択された金属から形成されることを特徴とする薄膜干渉フィルタ。

【請求項 9】 請求項1記載の薄膜干渉フィルタにおいて、前記プリコート層がニッケル、クロム、ロジウム及びプラチナの群から選択された金属から形成された合金であることを特徴とする薄膜干渉フィルタ。

【請求項 10】 請求項2又は3のいずれか1つに記載の薄膜干渉フィルタにおいて、前記光学的反射性金属層が銀、金、銅、プラチナから成る群から選択された金属から形成されることを特徴とする薄膜干渉フィルタ。

【請求項 11】 請求項2又は3のいずれか1つに記載の薄膜干渉フィルタにおいて、前記プリコート層が約1乃至80%のニッケル及び約1乃至20%のクロムから形成されることを特徴とする薄膜干渉フィルタ。

【請求項 12】 請求項2又は3のいずれか1つに記載の薄膜干渉フィルタにおいて、前記プリコート層の1つ又はそれ以上がニッケル、クロム、ロジウム及びプラチナの群から成る群から選択された金属から形成されることを特徴とする薄膜干渉フィルタ。

【請求項 13】 請求項1記載の薄膜干渉フィルタにおいて、前記プリコート層の1つ又はそれ以上がニッケル、クロム、ロジウム及びプラチナの群から選択された金属

から形成された合金であることを特徴とする薄膜干渉フィルタ。

【請求項 14】 請求項1記載の薄膜干渉フィルタにおいて、前記誘電体層が窒化シリコンから成ることを特徴とする薄膜干渉フィルタ。

【請求項 15】 請求項1記載の薄膜干渉フィルタにおいて、前記誘電体層が酸化金属から成ることを特徴とする薄膜干渉フィルタ。

【請求項 16】 請求項1記載の薄膜干渉フィルタにおいて、前記誘電体層が酸化チタン、酸化シリコン、酸化アルミニウム、酸化タンタル、酸化ジルコニア、及び酸化すずから成る群から選択されることを特徴とする薄膜干渉フィルタ。

【請求項 17】 請求項2又は3のいずれか1つに記載の薄膜干渉フィルタにおいて、前記誘電体層の1つ又はそれ以上が窒化シリコンから成ることを特徴とする薄膜干渉フィルタ。

【請求項 18】 請求項2又は3のいずれか1つに記載の薄膜干渉フィルタにおいて、前記誘電体層の1つ又はそれ以上が酸化金属から成ることを特徴とする薄膜干渉フィルタ。

【請求項 19】 請求項2又は3のいずれか1つに記載の薄膜干渉フィルタにおいて、前記誘電体層の1つ又はそれ以上が酸化チタン、酸化シリコン、酸化アルミニウム、酸化タンタル、酸化ジルコニア、及び酸化すずから成る群から選択されることを特徴とする薄膜干渉フィルタ。

【請求項 20】 請求項1記載の薄膜干渉フィルタにおいて、光学的反射性金属層が約40乃至150オングストロームの厚みを有し、プリコート層は約5乃至20オングストロームの厚みを有し、誘電体層が約300乃至900オングストロームの厚みを有することを特徴とする薄膜干渉フィルタ。

【請求項 21】 請求項2又は3記載の薄膜干渉フィルタにおいて、各光学的反射性金属層が約40乃至150オングストロームの厚みを有し、各プリコート層は約5乃至20オングストロームの厚みを有し、各誘電体層が約300乃至900オングストロームの厚みを有することを特徴とする薄膜干渉フィルタ。

40 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の背景】本発明は、一般に、赤外線干渉フィルタに関し、特に耐久性のある低放射率フィルタに関する。日射を制御するために建物、車両、他の構造物に透明パネルを使用することが今日極めて普及している。太陽光線の制御の目標は、太陽エネルギーの多くを排除しながら光を放出し、かくして、必要な空調、冷房の量を減らし、エネルギーを節約することである。さらに、構造ガラスとしての変成ガラスは建築家が希望する色の融通性を与える。

【0002】電解、化学蒸着、又はプレナマグネットロンを用いるスパッタリング等の物理蒸着のような種々の技術によって、コーティングガラスやプラスチック基板を含むこれらのパネルの光学特性を変えるために種々のプロセスが用いられてきた。例えば、日射の反射率を増大させるために薄い金属フィルムがガラス又はプラスチックに付着されてきた。赤外線領域で高い可視透過率、高い反射率及び低い放射率を示す多層の誘電体-金属-誘電体のコーティングが付着された窓は一層エネルギー効率がよい。誘電体層の屈折率は、窓の可視反射率を最少にしつつ可視透過率を高めるために、2.0又はそれ以上であるのが好ましい。酸化金属コーティングからしばしば成るこの誘電体層は、また、脆い金属フィルムに付加的な保護を与える。パネルの光学特性は基板材料の組成を変えることによっても変えることができる。それにもかかわらず、前述の方法で製造された干渉フィルタパネルは有効な省エネルギーに必要な程度に日射を反射することにはほんの部分的にしか成功していない。

【0003】干渉フィルタに関する他の問題は、構造上の一体性に関するものであり、特に厳しい環境状態に耐えることができないことがある。建築用途用の満足のいくコーティングとしては、コーティングプロセスが均一の組成及び厚みのフィルムを製造できることを要求する。さらに、プロセスは、基板を損なうものであってはならず、また過熱によって基板を劣化させるものであってもならない。最近、均一なフィルムが製造されるときでさえ、フィルムは、通常、フィルムは環境から保護されねばならない。例えば、建築用パネルは、被覆したフィルムが風雨に晒されない内面にあるように、しばしば取付けられる。しばしば、被覆したガラスは、コーティングを腐食させ、コーティングの光学特性を劣化させる摩耗や環境物質からコーティングをガラスによって保護する場合にコーティングを内面に付ける二重上蓋付き窓の部品として密封される。しかし、パネルが、反射性フィルムが内面にあるように取付けられると、日射は、最初に基板に入り、次に基板から出るように基板を2回通過しなければならず、このため、一回の通過よりも基板を温めてしまう。

【0004】日射に対して高い反射率を持つ最近の透明パネルは、パネルが化学的及び機械的劣化を受けかつ広いバンド領域にわたって可視光を反射する点で、不満足なものである。したがって、本発明の主な目的は、可視光を透過させると共に赤外線を反射し、かくして、放射率の低い耐久性のある薄膜干渉フィルタを提供することにある。本発明のもう1つの目的は、広いバンド領域にわたって可視光の反射着色を少なくする干渉フィルタを提供することにある。

【0005】

【発明の構成】これらの及び他の目的は、基板と、基板に付着された誘電体層と、さらに金属及び誘電体層の1

つ又はそれ以上の連続層とから成る、耐久性のある薄膜干渉フィルタを提供する本発明によって達成される。誘電体層と金属層の間には、誘電体と金属の間の付着を高める「核形成」層、即ち接着層が付着される。本発明の1つの好ましい実施例では、干渉フィルタはガラス基板を有し、ガラス基板には5層の、即ち空化シリコン、ニッケルクロム合金、銀、ニッケルクロム合金及び空化シリコンから成る薄膜が付着される。

【0006】この好ましい実施例では、干渉フィルタは優秀な日射制御をもたらす。さらに、フィルムの耐久性は厚い保護ガラス被覆の必要性をなくす。実際に、フィルタは、パネルに付着されると、フィルムを建築物の外部に露出させた状態で使用できる。最後に、フィルムの層の材料及び厚みを変えることによってフィルタの光学及び電気特性を変えることができる。

【0007】本発明の他の目的、利点及び特徴は、添付図面と関連した以下の詳細な説明により明らかになるであろう。

【0008】

【実施例】本発明の薄膜干渉フィルタが図1に示されている。図示のように、フィルタは2つの平らな平行面4及び6を備えた透明基板2から成り、面4は媒体に露出されており、面6は被覆されている。基板は任意の適当な透明材料から形成できるが、しかしながら、基板は、好ましくは、太陽エネルギーが集中される可視及び近赤外線スペクトル領域で優秀な強度特性と最小の吸収性を持つ材料である。結晶石英、溶融シリカ、ソーダ石灰シリケートガラス、ポリカーボネート及びアクリレートのようなプラスチックはすべて好ましい基板材料である。

【0009】基板面6に付着されているのは誘電体層8であり、統いて金属プリコート層10が付着されている。この実施例では、空化シリコンが特に満足のいく誘電体材料であることが見い出されている。同様に用いることができる他の誘電体材料には、酸化チタン、酸化シリコン、酸化ジルコニウム、酸化すずがある。誘電体層の厚みは約300乃至900オングストロームの範囲であり、好ましくは400乃至600オングストロームの範囲である。

【0010】プリコート層10は、基板又はそれに統く金属層の光学特性に悪影響を与えないようにできるだけ薄く維持されるのが好ましい。約5乃至20オングストロームの範囲の厚みを持つプリコート層は満足のいくものであり、一層好ましくは、約8乃至12オングストロームの間である。この薄いプリコート層は種々の材料から形成できる。約1乃至80パーセントのニッケルと約1乃至20パーセントのクロムから成るニッケル-クロム合金がプリコートとして使用できる。一層好ましくは、合金含有物は約80パーセントのニッケルと20パーセントのクロムである。プリコート層として使用できる他の金属及びそれらの合金には、ニッケル、クロム、

ロジウム、プラチナがある。

【0011】プリコート層は明らかに接着剤又は「核形成」層として働く。プリコート層はフィルタの光学特性に悪影響を与えないほど十分薄い一方、金属フィルムを均質の金属スラブであるかのように作用させるものと考えられる。最後に、金属層12がプリコート層に付着される。この金属層は種々の材料から形成でき、銀が特に満足のいくものである。同様に用いることができる他の材料には、金、銅、プラチナがある。金属層の厚みは約40乃至150オングストロームの範囲内であり、一層好ましくは、約55乃至85オングストロームの範囲内にある。図1に示す実施例では、金属層は媒体に露出され、したがって、フィルムは内部環境に向けて配置されねばならない。

【0012】耐久性を増大させるために、付加的誘電体層を付着してもよい。図2に示すように、この好ましい実施例において、透明基板14は、最初に誘電体層16が被覆され、続いて、プリコート層18が付着され、その後、金属層20が付着されている。明らかに、これまでの説明は図1に説明した実施例と一致する。しかしながら、第2プリコート層22が金属層に付着され、その後最終的な誘電体層24が第2プリコート層に付着されている。この第2プリコート層は同一の材料で形成でき、また図1に示すプリコート層10と同一の厚みの範囲内である。同様に、最終的な誘電体層は、図1に説明した誘電体層と同一の材料及び同一の厚みで形成できるが、好ましい厚みの範囲は約575乃至860オングストロームの間である。詳細には以下に説明するが、この好ましい実施例は良好な機械的抵抗及び腐食に対する抵抗を与える。

【0013】図3に示す本発明のもう1つの好ましい実施例では、干渉フィルタは9層のフィルムで被覆された透明基板から成る。基板26に付着された最初の5層は図2のものと同一である。即ち、誘電体層28、プリコート層30、金属層32、第2プリコート層34及び最後の第2誘電体層36である。これらの5層は図2に関連して前述した材料及び厚みと同様に形成できる。しかしながら、この実施例では、誘電体層36に続いて、最初の第3プリコート層38、第2金属層40、第4プリコート層42、最終の第3誘電体層44から成る4つの付加的な層がある。第3及び第4プリコート層は図1及び図2に関連して前述したものと同一の材料及び厚みで形成できる。最後に、誘電体層は前述の誘電体層と同一の材料及び厚みで形成できる。

【0014】干渉フィルタの全体的な耐久性の増大とは別に、層の数を増大することは、フィルタの電磁光学干渉及び導電率を増大する効果がある。さらに、前述の実施例の各々において材料及び厚みを変えることは、フィルタの光学及び電気特性を変えることになる。実際上、そのような変更によって、透光率は可視光の10乃至8

0パーセントの範囲内である。さらに、太陽光の反射は0乃至50の範囲内にあり、最後に、電気面積抵抗は3.0乃至30オーム／平方の範囲内にある。図2及び図3で説明したフィルタは、厚い保護ガラスカバーの必要がないので、「モノリシック」と呼ぶことができる。これらの実施例では、誘電体層は化学的及び機械的劣化に対して軟質の金属層を保護するのに役立つ。

【0015】前述のフィルムは回転する円筒形マグネットロンで用意できる。マグネットロン反応スパッタリング技術は誘電体フィルムを付着するのに特に有効である。熱酸化及びLPCVD（低圧化学蒸着）のような金属及び誘電体層を付着する他の技術もあるが、これらの方法は、特に、遅い付着速度という弊害がある。さらに、誘電体材料を付着するRFプレーナマグネットロニンスパッタリングは多大の電力需要のために大規模の工業用途には実用的できない。最後に、大規模作業用の従来の「湿潤、浸漬及び乾燥」方法は高純度の精密な、均一なフィルム厚みを必要とする用途には適していない。基板を二酸化シリコン及び空化シリコンのような誘電体材料で被覆する方法の説明は、発明者ウルフ等によって1989年11月8日に出願した特許出願第07/433,690号に見い出されるので、参照されたい。

【0016】

【実験結果】本発明の耐久性のある低放射率干渉フィルムは、初期には、本出願人の一部門であるエアココーティングテクノロジーによって製造された研究寸法のオンライン円筒形マグネットロンで付着された。同一結果が、ほぼ同一のプロセス条件の下でエアコによって製造された大きな円筒形マグネットロン（シーマグモデル3000カソード）で後に複製された。さらに、本発明の方法のより洗練された適用がモデル3000で可能である。研究用被覆器は16インチ（40cm）幅までの基板を製造でき、一方大きな被覆器は1m幅までの基板を製造できる。研究用被覆器は通常約3kWの電力で作動し、一方モデル3000は通常30乃至40kWの電力で作動する。試験は、研究用及びモデル3000が同一の品質のフィルムを製造することを示した。両方の装置は作動前に10⁻⁶トルの範囲の基準圧力を達成する非トラップ式拡散ポンプを使用した。アルゴンが不活性ガスとして用いられ、酸素が反応ガスとして用いられた。ガスの部分圧力は酸素モードから金属モードへの遷移によって決められた。実験は実際上遷移付近で行われた。スパッタリングガスの圧力及び流量は従来装置によって制御された。

【0017】加える電力は異なったターゲット材料に対して変えられたが、大部分に対して小さい寸法のプレーナマグネットロンで得られる最大値に匹敵した。各スパッタリング源は、必要に応じて、電圧、電流又は電力を自動的に維持する設備を持つ適当な直流電力源に接続された。純粋なシリコンの導電率が低く、このため直流での

7

スパッタリングに適さないので、シリコンターゲットには2乃至4%の範囲の少量のアルミニウムが含浸された。ターゲットはプラズマスプレーで準備された。

【0018】窒素をスパッタリングガスとして用いると、コーティングはアルミニウムと窒化シリコンの混合物を含んでいた。これらの組成のすべては比較的硬質で強力なバリヤとして働くアモルファスフィルムを形成する。しかしながら、フィルム内のアルミニウムの量は所望のシリコン系混合フィルムの形成を邪魔しない。実験過程で、2つのシリコン混合フィルムが混合物の組成を決定するために独立のRBS(ラザフォード後方散乱)

サンプリングのために試験に出された。窒化シリコンは4.2%Si/5.7%Nと測定され、これは窒化物(Si*)

8

*₃N₄)の理論的な3:4の比に近いものである。

【0019】ターゲットは不活性ガスを用いて調整され、次いで、プロセスガスが所望の部分圧力が達成されるまで加えられた。プロセスは、プロセスが安定化するまで、その点で操作された。基板が次にコート領域に導入され、フィルムが加えられた。用いられた基板は代表的なソーダ石灰ガラスであった。表1及び表2が図2に関連して説明したフィルムの付着に対するプロセスデータを説明している。圧力のミクロンの単位(μ)は0.133Paに等しい。(才)はオングストロームである。

【0020】

表 1

層	厚み (才)	SCCM Ar	SCCM N ₂	電圧 (V)	電力 (kW)	電流 (A)	圧力 (μ)	回数 通過	基板速度 (in/min)
Si ₃ N ₄	490	12	60	452	4.0	8.68	2.06	1	30.8
NiCr	8	40	n/a	427	0.3	.58	2.06	1	187.9
Ag	75	40	n/a	430	0.5	1.05	1.37	1	168.0
NiCr	8	40	n/a	389	0.15	.30	2.06	1	187.9
Si ₃ N ₄	720	12	60	458	4.0	8.69	2.04	1	30.0

前述のフィルタは以下の光学及び電気特性を持つ。

【0021】

%透過率(総合D65光源)	75.96
フィルム被覆側の%反射率	5.96
%吸収率	16.30
電気面積抵抗	14.7-15.3

表 1

層	厚み (才)	SCCM Ar	SCCM N ₂	電圧 (V)	電力 (kW)	電流 (A)	圧力 (μ)	回数 通過	基板速度 (in/min)
Si ₃ N ₄	491	12	60	600-960	4.0	8.70	1.85	1	23.1
NiCr	10	30	n/a	361	0.2	.44	1.00	1	142.4
Ag	70	40	n/a	509	1.3	2.64	1.40	1	197.2
NiCr	10	30	n/a	361	0.2	0.31	1.02	1	142.4
Si ₃ N ₄	715	12	60	600-940	4.0	8.75	1.92	1	15.9

前述のフィルタは以下の光学及び電気特性を持つ。

【0022】

%透過率(総合D65光源)	73.57
フィルム被覆側の%反射率	4.70
%吸収率	20.00
電気面積抵抗	17.7-18.8

図4の曲線50(Rf)は、フィルム側から測定した表2に説明したパラメータの下で発生される干渉フィルタの反射率を示す。曲線52(Rg)は未被覆の基板側の反射率であり、曲線54(T)は透過率である。

【0023】本発明のフィルタと先行技術のフィルタの耐久性の比較を行った。試験した本発明のフィルタは図※

40※2に示す5層フィルムで被覆された基板から成るものであった。説明の便宜上、本発明のフィルムの設計構造をガラス/Si₃N₄/NiCr/Ag/NiCr/Si₃N₄と表示する。同様に、4つの先行技術のフィルタの名前及び設計構造は、以下の通りである。

標準 ローE	ガラス/ZnO ₂ /Ag/Zn/ZnO ₂
スーパーE II ニュートラル	ガラス/ZnO ₂ /Ag/Zn/ZnO ₂ /TiO ₂ /ZnO ₂
フェース I	ガラス/ZnO ₂ /Al ₂ O ₃ /Ag/Al/Al ₂ O ₃ /ZnO ₂
フェース II	ガラス/SiO ₂ /ZnO ₂ /Ag/Zn/ZnO ₂ /SiO ₂

これらのフィルタに対して行われた試験の手順は次の通りであり、結果の表は後に示す。

9

10

摩耗抵抗：フィルタの耐久性をテーパ摩耗機で測定した。500グラムの重量を持つCF10ホイールを用いた。標準のテーパスコアに対してサンプルをホイールの下で50回回転させた。摩耗の領域を拡大率50倍の顕微鏡で観察し、写真をとった。4つの1インチ(2.5cm)×1インチ(2.5cm)の正方形を写真的ランダムの場所から抽出し、これらすべての正方形内のかき傷の数を平均し、以下の公式に基づくテーパスコアで表す。

テーパスコア = #かき傷 × (-0.18) + 10
テーパスコアは、かき傷がないとき10であり、50のかき傷があるとき0である直線目盛である。参考までに、未被覆ソーダ石灰ガラスは、一般に、約9.0のスコアである。

7.2時間高温度湿度

期間：7.2時間

温度：92°C

RH：98%

2.4時間（ミル仕様）湿度

*期間：24時間

温度：50°C

RH：98%

2.4時間塩霧

期間：24時間

温度：50°C

供給水に20%のNaCl添加

蒸気試験

期間：10分

温度：沸点にして維持した水

摩耗試験

ミル仕様の20回の強制的に擦った摩耗（1ストローク=1擦り）

指紋シミュレーション

サンプルはラノリンオイルとNaClの溶解液に晒された。サンプルは損傷に基づくスコア(1-10)が割当られた。0は最大損傷である。

【0024】

*
結果

	標準	ロード	スリード	フェーズ I	フェーズ II	本発明の フィルタ
蒸気	不合格	—	—	合格	合格	合格
摩耗	不合格	不合格	不合格	不合格	100合格	500合格
テーパ	不合格	不合格	不合格	20合格	50合格	50合格
スコア	0	0	0	0	9.0	9.1-9.5
7.2時間 湿度	不合格	—	—	不合格	不合格	合格
2.4時間 湿度	不合格	不合格	不合格	不合格	不合格	合格
2.4時間 塩霧	不合格	不合格	不合格	不合格	不合格	合格
ラノリン	不合格	—	—	—	不合格	合格
スコア	0	—	—	—	0.5	9.5

本発明をその好ましい実施例に関して説明してきたが、本発明は特許請求の範囲内で保護されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明に従って製造した3層設計の薄膜干渉フィルタの断面図である。

【図2】図2は、本発明に従って製造した5層設計の薄膜干渉フィルタの断面図である。

【図3】図3は、本発明に従って製造した9層設計の薄

膜干渉フィルタの断面図である。

【図4】図4は、薄膜干渉フィルタのスペクトル透過率及び反射率を示すグラフである。

【符号の説明】

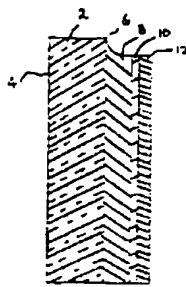
2 透明基板

8 誘電体層

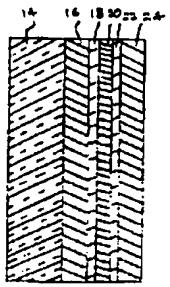
10 金属プリコート層

12 金属層

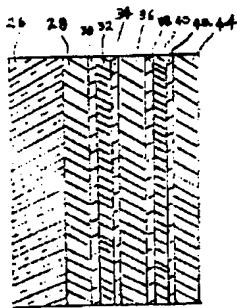
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

